

愛媛大学農学部

○戎 信宏

北海道大学大学院農学研究科

丸谷知己

1. はじめに

筆者らは、衛星データの NDVI (正規化植生指標) を用いた山地崩壊地の判別に関する研究を 2000 年¹⁾に行った。そして高解像度衛星データの入手が容易となってきたことから、一昨年度より研究を再開している。現在、我が国の ALOS 衛星(だいち)が昨年打ち上げられて順調に画像の撮影が行われ、空間分解能の高い画像(10m)を低価格で、さらにインターネットによる画像検索・注文により、必要な画像を比較的早く入手できるようになってきている。昨年の研究では、TERRA 衛星の ASTER データを用いて、愛媛県東予地域の崩壊地判別を行ったところ、ASTER データは十分に有効であることが分かった²⁾。今回、宮崎県一ツ瀬川上流域を解析地に加え、SPOT 衛星、ASTER、ALOS 衛星データを用いて解析を行い、現在の衛星データの NDVI を用いた崩壊地判別に関する問題点について引き続き検討を行った。

2. 解析方法と解析結果

愛媛県東予地域(T解析と言う)では ASTER データ、宮崎県一ツ瀬川上流域(H解析と言う)では SPOT、ASTER、ALOS データを解析データに用いた。表-1 に解析に用いた各衛星データの観測日を示す。解析方法は図-1 に示す通りで、災害前後で NDVI 画像の演算を行い、NDVI の変化の生じた場所を崩壊地とする方法1 と災害後の NDVI 画像を用いて、崩壊地の NDVI の閾値を決めて崩壊地を判別する方法2 の二通りの方法である。山地の急斜面区域の衛星画像解析で必ず問題となる山地斜面の陰影問題は、非ランベルトモデル((1)式)³⁾による地形効果補正を行うことで、解決できるようになった。現在、衛星画像処理ソフト(ERDAS IMAGINE9.1, Leica Geosystems 社)で簡単に行える。

$$D_c = \frac{D_o \cdot \cos \varepsilon}{(\cos i \cdot \cos \varepsilon)^k} \quad (1)$$

ここで、 D_c は補正後の衛星画像の画素値、 D_o は補正前の画素値、 $\cos i$ は太陽入射角の余弦、 $\cos \varepsilon$ はセンサ反射角の余弦、 k は経験式に基づく Minnaret 定数である。この画像解析の前処理で幾何補正、地形効果補正を行った後、NDVI 画像により崩壊地判別を行う。この崩壊地判別を行う時に、森林地とその他の区域を

	観測日	太陽方位	太陽高度
愛媛県 東予地域	Terra 2004.4.12(災害前)	146°	60°
	2005.4.24(災害後)	140°	64°
宮崎県 一ツ瀬川 上流域	SPOT 1993.3.4(災害前)	155°	47°
	1995.10.12(災害後)	160°	48°
TERRA	2003.10.19(災害前)	160°	46°
	2006.1.12(災害後)	158°	32°
	ALOS 2006.11.8(災害後)	164°	40°

区分するために衛星画像を用いた土地被覆分類を行い、50m メッシュ標高データによる GIS の傾斜区分で傾斜勾配 25° 以上の条件を与えて、処理する²⁾。特に、この傾斜条件(河道処理)は、崩壊地の崩壊面とそれにより生じる土砂堆積地、土石流堆積地、河道堆積地とを区分する上で重要となる。T解析の判別

精度は、方法1は75%、方法2も75%となり、精度に差はなく、実用的には災害後の画像のみで処理できる方法2の方がより適当と思われた。しかし、H解析において災害後の NDVI の閾値 $0.28 \leq NDVI \leq 0.38$ を用いて方法2で解析を行ったところ、崩壊地判別の精度が悪く、H解析では使えないことが判明した。さらに、地形効果補正で、画像値に異常となる画素が生じることが分かった。この原因は、非ランベルトモデルの太陽入射角余弦が負となり、補正計算上不適切な画素となることが分かった。これは、用いる衛星データの撮影日時の太陽高度とその画素に対応する地表斜面の角度と方位によって、その余弦が負の値となる場合に生じる。そのため、この画素の異常値は解析から除外して処理を行った。結局、H解析においては方法1のみで崩壊地判別を行った。ALOS データは2006年打ち上げのため、2005年の宮崎県災害時前のデータがなく、画像演算は ASTER データとの組み合わせで行った。表-2 に用いた衛星の観測バンドの諸元を示す。ここで、

ASTER と ALOS では観測している可視、近赤外波長域が若干違い、分解能も異なるが、ここでは画素サイズをリサンプルして ASTER の分解能の 15m に合わせて処理を行った。H 解析の方法 1 の崩壊地判別精度は、SPOT で約 77%，ASTER で約 47%，ASTER-ALOS で約 73%であった。ASTER データの精度が悪いのは、災害後の観測日時
の太陽高度が低いためである。

表-2 使用した衛星の観測バンドの諸元

ASTER データ (TERRA)					HRV データ (SPOT1-3)			
センサ名	Band	波長帯 (μm)	波長	分解能	Band	波長帯 (μm)	波長	分解能
可視近赤外	Band1	0.52~0.60	可視光線		Band1	0.50~0.59	可視光線	
放射計 (VNIR)	Band2	0.63~0.69	可視光線	15m	Band2	0.61~0.68	可視光線	20m
	Band3	0.76~0.86	近赤外		Band3	0.78~0.89	近赤外	
	Band4	1.600~1.700						
	Band5	2.145~2.185						
短波長赤外	Band6	2.185~2.225	短波長赤外	30m				
放射計 (SWIR)	Band7	2.235~2.285						
	Band8	2.295~2.365						
	Band9	2.360~2.430						

AVNIR-2 データ (ALOS)			
Band	波長帯 (μm)	波長	分解能
Band1	0.42~0.50	可視光線	
Band2	0.52~0.60	可視光線	10m
Band3	0.61~0.69	可視光線	
Band4	0.76~0.89	近赤外	

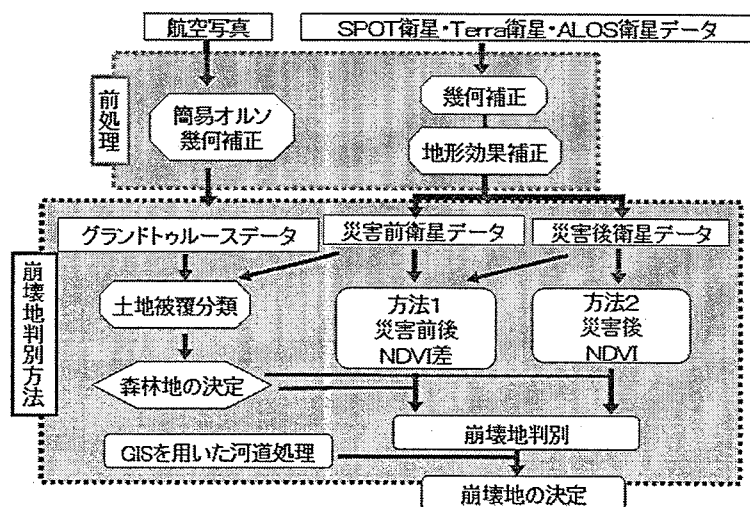


図-1 解析手順のフロー図

3. 考察

今回の解析で明らかになった点は下記の通りである。

①崩壊地判別の精度を保つには、結局、観測日の太陽高度が低い場合、災害前後の衛星データを入手し、2 時期の NDVI の画像演算を行う必要がある。

②ただし 1 2 月、1 月等のデータは、観測日の太陽高度が低いため、地形効果補正を行っても、解析に用いることができない。

①については、SPOT (現在、分解能 10m、ただし高価)、TERRA、ALOS の 3 つの衛星を

組み合わせることで、①の問題をある程度解決できる可能性がある。②の問題は、通常の山地土砂災害の起こる時期から考えて、災害後の衛星画像の取得は恐らく 10 月以降となるため、11 月中頃までに衛星観測データが入手できなければ適当な衛星画像は 3 月以降となり、緊急的な解析に対応できない場合がある。

4. おわりに

今後、地形効果補正の問題、ALOS 衛星データの解析、森林の NDVI 季節変化の影響と崩壊地判別との関係について、さらに研究を進めていく予定である。

謝辞：本研究は、科学研究費補助金基盤研究 (A) (1720801、研究代表：丸谷知己)の一部として実施された。また、解析処理で学生の前田亮君 (現住友林業) の補助を受けた。ここに、謝意を表します。

引用文献

- 1) 戒信宏・村瀬悠・丸谷知己：衛星データと GIS を用いた崩壊地の判別に関する研究. 新砂防, Vol. 53, No. 1, p. 3-9, 2000
- 2) 戒信宏・山口千穂・丸谷知己：TERRA 衛星 ASTER データによる愛媛県台風災害の崩壊地判別に関する研究, 平成 18 年度砂防学会研究発表概要集, p. 340-341, 2006
- 3) 加藤正人編著：森林リモートセンシング, J-FIC, 東京, p. 86-89, 2004